第42卷 增刊
1999年8月

昆 虫 学 报
ACTA ENTOMOLOGICA SINICA

Vol. 42, Suppl.
Aug., 1999

温度对麦双尾蚜发育、存活和繁殖的影响*

张润志 梁宏斌 张 军
（中国科学院动物研究所，北京 100080）
邱 焯
（新疆伊犁麦类检疫工作站，伊宁 835000）

摘要 实验室内测定麦双尾蚜 *Diuraphis noxia*（Mordvilko）在9个恒温下取食小麦叶片时的生长发育数据。麦双尾蚜发育起点温度为3.27℃，发育适温区为15～20℃，有效积温为152.55日·度。在较低温度下（7.5℃、10℃、15℃）各发育阶段的总存活率较高，说明低温对麦双尾蚜生长有利，但1～2龄若蚜的存活率略低于3～4龄，说明低龄若蚜的抗逆性稍差。在15～24℃下麦双尾蚜单雌产仔量高，为繁殖最适温区。

关键词 麦双尾蚜，温度，发育，繁殖

麦双尾蚜 *Diuraphis noxia*（Mordvilko）是世界性大害虫，它有两种生活周期型：全周期型产卵越冬，主要分布在中亚和东欧等地；不全周期型以成蚜或若蚜越冬，主要分布在西欧、非洲和美洲等地。许多研究者研究了不全周期型麦双尾蚜的种群动态及其对温度的反应[1～4]，但对全周期型麦双尾蚜的生物学特性缺乏详细研究。对全周期型麦双尾蚜进行研究，可以比较两种生活周期型的麦双尾蚜对温度的反应差别，根据全周期型麦双尾蚜对温度反应特点可以进行发生期、适生范围预测、成灾机制分析等重要研究工作。新疆麦双尾蚜为全周期生活型，在部分地区造成严重危害[5,6]。本文报道温度对新疆麦双尾蚜种群增长的影响。

1 材料与方法

从田间采回麦双尾蚜在实验室条件下饲养2～3代后，取健壮孤雌成蚜在4小时内产下的若蚜进行实验。设置4.5、7.5、10、15、20、24、28、30和33℃（±0.5℃）等9个恒温处理，每个温度处理麦双尾蚜100头，单头、单管（直径1 cm×长10 cm）用小麦叶片饲养。实测相对湿度80%左右，每天光照条件为16:8（L:D），光源为4支25 W日光灯。每8小时（分别为北京时间0:00点、8:00点和16:00点）观察1次并更换新鲜小麦叶片（室内种植的小麦）。以脱皮来确定各龄期，记录各处理若蚜的发育历期，死亡数以及成蚜每天产仔数量等数据。

麦双尾蚜发育起点温度和有效积温的计算，采用蚜虫类昆虫通常的计算方法[7]，即：

* 国家自然科学基金（批准号：39670109）、中国科学院重点项目（KS85-110-01，KZ952-S1-108）和中国科学院动物研究所所长基金资助项目
1999-02-04收稿，1999-06-07收修改稿

$y = bx + m$，y 为发育速率，x 为温度梯度，m 和 b 为常数。

$$t_{SE} = (y/b)\sqrt{s^2/ny^2 + (b_{SE}/b)^2}$$

t_{SE}为发育起点温度的标准误，s^2 为发育速率（y）的残余均方，n 为样本数，b_{SE}是回归系数（b）的标准误；$k_{SE} = b_{SE}/b$，k_{SE}为有效积温的标准误。

麦双尾蚜繁殖力的回归模拟，采用 Graf 等(1985)的研究方法[8]拟合：$y = ax^2 + bx + c$，y 为繁殖量，x 为温度梯度。

2　结果分析

2.1　麦双尾蚜的发育

在 7.5～28℃温区内，麦双尾蚜发育历期随温度的升高而缩短，30℃时麦双尾蚜的反而延长（表 1）。在 33℃下仅有少数个体能存活至 3～4 龄，无一个体能发育至成虫期，说明 33℃已属麦双尾蚜的高温致死温区。因此，7.5～28℃温度范围是麦双尾蚜发育的适温区。在此温区内，麦双尾蚜各龄期的发育速率均与温度呈现出明显的线性关系，相关系数均达到 0.9 以上（$P<0.01$）。用 7.5～28℃内麦双尾蚜发育速率与温度的关系计算出的若蚜期发育起点温度为 3.27℃，有效积温为 152.55 日•度（表 2）。

表 1　麦双尾蚜在恒温下的发育历期（天）

Table 1　Duration of Russian wheat aphid (RWA) at constant temperatures (days)

龄期 Instar	温度 Temperature（℃） 7.5	10	15	20	24	28	30
I	8.44 ± 1.53*	5.28 ± 0.92	2.84 ± 0.53	2.21 ± 0.41	1.51 ± 0.41	1.29 ± 0.27	1.35 ± 0.48
II	8.61 ± 1.59	5.42 ± 1.02	3.12 ± 0.57	2.16 ± 0.44	1.80 ± 0.59	1.46 ± 0.31	1.70 ± 0.64
III	9.18 ± 1.45	5.96 ± 1.02	3.05 ± 0.42	1.98 ± 0.29	2.05 ± 0.43	1.51 ± 0.29	1.94 ± 0.78
IV	11.24 ± 1.36	6.98 ± 0.98	3.52 ± 0.33	2.41 ± 0.40	2.29 ± 0.38	1.81 ± 0.28	2.11 ± 0.84
合计 Total	37.03 ± 3.15	23.43 ± 1.97	12.35 ± 1.00	8.67 ± 0.67	7.73 ± 1.16	6.05 ± 0.66	6.46 ± 1.33

* 标准误（*SE*），表 4 同。Standard error (*SE*), the same for Table 4

表 2　麦双尾蚜各龄若蚜的发育起点温度和有效积温

Table 2　The low thermal threshold (LTT) and effective temperature accumulation (ETA) of RWA

温度参数（℃） Temperature	龄期 Instar Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	全若虫期 Total nymph stage
发育起点温度 LTT（℃）	4.17	3.29	3.43	3.06	3.27
有效积温 ETA（DD）	30.90	36.44	36.34	45.71	152.55

2.2　麦双尾蚜若蚜期存活率与成蚜寿命

麦双尾蚜在各恒温条件下，各龄期存活率基本上随着温度升高呈现下降趋势（表 3），2 龄若蚜在 10～30℃温度范围内的情况尤其明显。从麦双尾蚜若蚜期存活率看，在 10～24℃范围内随温度的升高而下降，除 28℃时总存活率较高外，30℃时总存活率只有 39.0%，远低于

在其适温区的存活率。比较相同温度条件下麦双尾蚜各龄期的存活率，在15～28℃范围内，第1～2龄若蚜的存活率低于第3～4龄若蚜存活率。这说明，较低的温度对麦双尾蚜的存活有利，相同温度下随着若虫龄期的增加存活率提高。

表3　麦双尾蚜在不同温度下的存活率（%）

Table 3　Survival rate（%）of RWA at constant temperatures

龄期 Instar	温度 Temperature（℃）						
	7.5	10	15	20	24	28	30
I	93.8	100	94.6	82.3	82.1	84.4	83.2
II	95.6	100	94.2	91.1	89.9	88.9	84.8
III	100	92.8	96.4	94.4	98.4	97.2	82.1
IV	96.5	93.5	95.0	98.5	91.8	98.6	67.3
若蚜期 Nymphal stage	86.5	86.8	81.7	69.8	66.7	71.9	39.0

温度对麦双尾蚜的寿命有显著影响（表4）。在7.5～30℃范围内，成蚜平均寿命与最长寿命均随着温度的升高呈明显的下降趋势，直线回归式分别为：$y_1 = -2.3499x + 73.287$，$y_2 = -2.8289x + 90.243$，y_1 和 y_2 分别为成蚜平均寿命和成蚜最长寿命（天），x 为温度。由此可见，低温既延缓了若蚜的发育，又延长了成蚜的寿命。

表4　不同温度下麦双尾蚜成蚜寿命与繁殖力

Table 4　Longevity and fecundity of adult RWA at constant temperatures

寿命和繁殖力 Longevity and fecundity	温度 Temperature（℃）						
	7.5	10	15	20	24	28	30
寿命（天） Longevity（days）	59.35 ± 21.43	52.35 ± 20.29	33.96 ± 14.19	20.08 ± 12.68	14.30 ± 8.35	9.76 ± 5.10	7.14 ± 3.54
最长寿命 Maximum longevity（days）	71.31	63.30	41.00	37.00	21.02	10.29	7.30
平均产仔数（头/雌） No. nymphs laid /female	6.89	17.54	25.81	34.59	20.89	7.52	3.00
最高产仔量（头/雌） Maximum nymphs laid /female	23	41	61	81	60	18	8

2.3　麦双尾蚜的繁殖

低温和高温对麦双尾蚜的繁殖有不利影响，15～20℃为麦双尾蚜繁殖的最适温区。平均繁殖力和最大繁殖力随温度的升高而增加，温度达到24℃以上时反而下降（表4），回归方程分别为：$y_1 = -0.2093x^2 + 7.5749x - 38.0110$，$y_2 = -0.4878x^2 + 17.6200x - 84.8950$，$y_1$ 和 y_2 分别为单雌平均产仔数和单雌最高产仔数（头），x 为温度。

这些结果说明，在一定范围内温度的降低不利于麦双尾蚜的繁殖；尽管由于繁殖历期的

延长而在一定程度上提高了其繁殖能力，但其平均生殖力依然呈下降趋势。

3 讨论

不同研究者测定的麦双尾蚜的发育起点温度不尽相同，Aalbersberg测定南非麦双尾蚜发育起点温度0.54℃，有效积温158.7DD[1]，Webster测定发育起点温度为5.0℃[2]，Keickhefer测定发育起点温度为4.1℃，积温139DD[3]，Girma测定发育起点温度为－1.57℃，积温225.57DD[4]。本实验中测定的全周期型麦双尾蚜的发育起点温度为3.27℃，积温为153DD，介于上述几个测定值之间。不同地点和不同研究者对于麦双尾蚜发育起点温度和有效积温这两个参数值测定的差异，可能由于测定者的实验方法不同，或者可能是种群之间确实存在差别，但至今还没有对不同地区麦双尾蚜在统一条件下进行过测定。

我们测得的种群增长适宜温区（15～20℃）和文献报道大致相同（18～21℃[4]，15～20℃[7]）。由于麦双尾蚜在适宜温度（20℃）下的实验数据报道较多，为了便于统一比较，故采用该温度或接近该温度的测量数值。在20℃下，我们测定的若蚜发育历期（8.67天）和报道的不全周期型相当或稍短（9.88天[1]，9.9天[4]，8.6天[9]）。因此，全周期型和不全周期型麦双尾蚜在适温区的发育速率并无明显差别。但是，在20℃下，本试验测定的雌蚜繁殖期为15.3天，明显短于前人报道的数值（39.35天[1]，27.7天[2]，38.68～37.15天[10]）。新疆麦双尾蚜在20℃下每雌蚜平均产若蚜34.59头，和Michels测定结果一致（33～34头）[9]，但小于其它的报道（81头[1]，42.9头[2]，68.89头[4]，49.39头[10]，67～75头[11]，58.7头[12]）。不全周期型麦双尾蚜比全周期型麦双尾蚜的繁殖力强，危害时间长，这些可能是它危害更严重的原因。

参 考 文 献（References）

1 Aalbersberg Y K，Du Toit F，van der Westhuizen *et al*. Development rate，fecundity and life span of apterae of Russian wheat aphid，*Diuraphis noxia*（Mordvilko）（Homoptera：Aphididae），under controlled conditions. Bull. Entomol. Res.，1987，77：629～635

2 Webster J A，Starks K J. Fecundity comparison of *Schizaphis graminum*（Rondani）and *Diuraphis noxia*（Mordvilko）at three temperature regimes. J. Kans. Entomol. Soc.，1987，60：580～582

3 Kieckhefer R W，Elliott N C. Effect of fluctuating temperatures on development of immature Russian wheat aphid（Homoptera：Aphididae）and demograph studies. J. Econ. Entomol.，1989，82（1）：119～122

4 Girma M，Wilde G E，Reese J C. Influence of temperature and plant growth stage on development，reproduction，life span and intrinsic rate of increase of the Russian wheat aphid（Homoptera：Aphididae）. Environ. Entomol.，1990，19：1 438～1 442

5 魏争鸣，文勇林，阎 萍等. 危险性麦作害虫麦双尾蚜防治研究. 塔城科技，1994，1：6～10

6 张润志，张广学. 中国麦双尾蚜研究现状和研究进展. 见：张芝利等主编. 中国有害生物综合治理论文集. 北京：中国农业科学技术出版社. 1996，435～439

7 Campbell A. Reproduction and population growth of some aphids under laboratory and field conditions. Can. Entomol.，1977，109（2）：277～284

8 Graf B. Life table statistics of three apple aphids，*Dysaphis plantaginea*，*Rhopalosiphum insertum*，and *Aphis pomi*（Homoptera：Aphididae）at constant temperature. Z. Ang. Entomol.，1985，99：285～294

9 Michels G J Jr，Behle R W. Influence of temperature on reproduction，development，and intrinsic rate of increase of Russian wheat aphid，green bug，and bird cherry-oat aphid（Homoptera：Aphididae）. J. Econ. Entomol.，1988，82（2）：439～444

10 Basky Z，Jordaan J. Comparison of the development and fecundity of Russian wheat aphid（Homoptera：Aphididae）in South Africa and Hungary. J. Econ. Entomol.，1997，90（2）：623～627
11 Nowierski R M，Zeng Zheng，Scharen A L. Age specific life table modeling of the Russian wheat aphid（Homoptera：Aphididae）on barley grown in benzimidazole agar. Environ. Entomol.，1995，24（5）：1 284～1 290
12 Behle R W，Michels G J Jr. Russian wheat aphid development，reproduction and survival on wheat and rye grown in four host-plant media. Southwest. Entomol.，1990，15：109～121

DEVELOPMENT，SURVIVAL AND REPRODUCTION OF THE RUSSIAN WHEAT APHID AT CONSTANT TEMPERATURES

Zhang Runzhi　Liang Hongbin　Zhang Jun
（Institute of Zoology，Chinese Academy of Sciences，Beijing　100080）
Qiu Zhuo
（Ili Wheat and Barley Quarantine Station，Yining　835000）

Abstract　The Russian wheat aphid，*Diuraphis noxia*（Mordvilko），was reared at 9 constant temperatures from 4.5℃ to 33℃ respectively to examine effects of temperature on its development，survival and fecundity. The low temperature threshold for nymphal development was estimated to be 3.27℃，with an effective temperature accumulation of 152.55 day-degrees. The optimal temperatures for its development ranged from 15℃ to 20℃ and the high lethal temperature was 33℃. The aphid survival rates at 7.5℃，10℃ and 15℃ were higher than that at other temperatures. Survival rates of the first and second instar nymphs were generally lower than that of latter instars. Adult aphids showed greater fecundity at temperatures from 15℃ to 24℃.

Key words　Russian wheat aphid（*Diuraphis noxia*（Mordvilko）），temperature，development，reproduction